

RANCANG BANGUN *ACRYLIC BENDING MACHINE* DENGAN SUDUT YANG DAPAT DITENTUKAN

JURNAL

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh:

ROBITH URWATAL WUSKO

NIM. 0810633080-63

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

2013



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan MT Haryono 167 Telp& Fax. 0341 554166 Malang 65145

**KODE
PJ-01**

**PENGESAHAN
PUBLIKASI HASIL PENELITIAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

NAMA : ROBITH URWATAL WUSKO
NIM : 0810633080
PROGRAM STUDI : ELEKTRONIKA
**JUDUL SKRIPSI : RANCANG BANGUN ACRYLIC BENDING MACHINE DENGAN
SUDUT YANG DAPAT DITENTUKAN**

TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH:

Pembimbing I

Pembimbing II

M. Julius St, Ir., MS.

Nurussa'adah, Ir., MT.

NIP. 19540720 198203 1 002

NIP. 19680706 199203 2 001

ACRYLIC BENDING MACHINE DENGAN SUDUT YANG DAPAT DITENTUKAN

Robith Urwatal Wusko

Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang

Dosen Pembimbing : **1. M. Julius St, Ir., MS.**

2. Nurussa'adah, Ir., MT.

Abstrak

Acrylic atau mika merupakan bahan polimer yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan perkakas rumah tangga. Dalam pengolahan mika untuk menjadi barang tepat guna, dibutuhkan banyak proses salah satunya penekukan mika. Banyak orang yang menggunakan cara konvensional untuk melakukan penekukan mika. Hal tersebut mungkin akan sangat merepotkan, terutama jika diinginkan mika menekuk dengan sudut lekukan tertentu. Acrylic bending machine merupakan salah satu alat yang dirancang untuk membantu proses penekukan mika akrilik. Alat ini berdimensi 50x50x15 cm. Dilengkapi dengan motor DC sebagai perangkat untuk menggerakkan lengan penekuknya, sehingga sudut tekuk yang diinginkan dapat diproses dengan lebih mudah. Dengan memberikan data input sudut yang diinginkan melalui keypad, kemudian data tersebut akan diolah mikrokontroler ATmega8535 maka motor akan menekuk secara otomatis hingga sudut yang diinginkan. Alat ini digunakan untuk menekuk mika akrilik dengan rentang sudut dari 0°-180°. Setelah dilakukan pengujian secara keseluruhan sistem penekuk dapat bekerja dengan cukup baik. Panjang maksimum dari mika yang ditekuk adalah 45cm dengan tebal maksimum 3mm, serta nilai prosentase kesalahan sudut tekukan sebesar 4,14%. Suhu efektif yang digunakan dalam sistem ini adalah 45°C.

Kata Kunci: *acrylic, sudut, otomatis*

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam. Dalam memilih perabotan dan perlengkapan, semua orang membutuhkan bahan yang tahan lama dan terlihat baik. Bahan yang sering digunakan untuk perlengkapan toko maupun perlengkapan rumah tangga adalah kayu, kaca dan besi. Berkaitan dengan daya tahan, materi-materi tersebut rentan terhadap masalah alam seperti serangan rayap, masalah korosi, dll.

Seiring waktu berlalu kemajuan di bidang teknik kimia memperkenalkan material baru yaitu akrilik. Akrilik atau plastik mika adalah salah satu *polimer* seperti plastik transparan yang banyak manfaatnya. Material ini cukup mudah diolah sehingga banyak dimanfaatkan untuk berbagai macam benda.

Dalam proses pengolahan akrilik, dibutuhkan berbagai macam alat salah satunya adalah alat penekuk mika. Alat penekuk mika yang ada dipasaran harganya relatif mahal, akibatnya tidak sedikit orang yang menggunakan cara konvensional. Penekukan menggunakan cara konvensional akan sedikit merepotkan, selain itu sulit untuk menentukan sudut lekukan yang diinginkan. Berdasarkan hal tersebut dibuatlah alat penekuk mika otomatis dengan sudut lekukan yang dapat ditentukan ini.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

- 1) Bagaimana merancang suatu sistem untuk menekuk mika dengan sudut lekukan yang dapat ditentukan
- 2) Bagaimana penggunaan motor DC sebagai media penekuk mika
- 3) Bagaimana merancang suatu sistem elektronika yang menggabungkan tiap bagian mulai

pengukuran sampai mengeluarkan hasil pengukuran serta perancangan perangkat lunak sistem.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah terciptanya alat bantu yang dapat mempermudah proses pengolahan mika atau akrilik, yaitu proses penekukan. Dengan demikian dapat mempermudah konsumen akrilik dalam melakukan proses penekukan mika tanpa harus menggunakan cara konvensional ataupun membeli alat penekuk mika yang relatif mahal.

1.4 Batasan Masalah

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat diberi batasan sebagai berikut:

- 1) Sistem dirancang untuk menekuk mika atau akrilik
- 2) Penekukan menggunakan motor DC
- 3) Mikroprosesor yang digunakan adalah ATmega8535
- 4) Ketebalan mika yang ditekuk 3mm
- 5) Input sudut lekukan melalui *keypad*
- 6) Lebar mika yang ditekuk maksimal 50cm
- 7) Sudut tekukan 0° hingga 180°

II. Perancangan Dan Pembuatan Alat

2.1. Penentuan Spesifikasi Alat

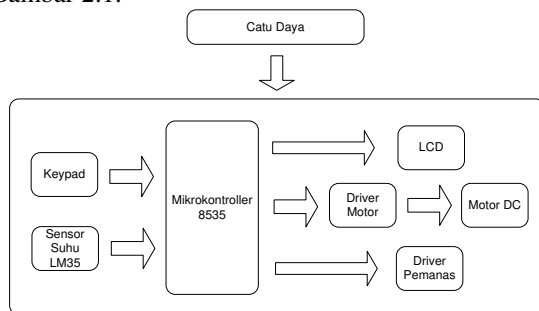
Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- 1) Alat berupa mesin yang dilengkapi dengan mikrokontroler ATmega8535, motor DC, elemen pemanas, LCD, dan *keypad*, sensor suhu LM35.
- 2) Motor DC digunakan sebagai penentu sudut lekukan, yaitu antara 0° hingga 180°.
- 3) Tebal mika yang hendak di tekuk maksimal 3 mm dan lebar maksimal 50 cm.

- 4) Suhu pemanas diatur berkisar 45°C.
- 5) Waktu pemanasan elemen sebelum dapat digunakan kurang lebih 3 menit.
- 6) Mikrokontroller yang digunakan adalah ATmega8535.
- 7) Keypad sebagai media pemberi masukan nilai sudut yang diinginkan.
- 8) Alat dilengkapi LCD 2 X 16 karakter untuk menampilkan derajat sudut yang diharapkan.
- 9) Menggunakan catu daya dari sumber AC yang telah disearahkan.

2.2 Diagram Blok Sistem

Secara garis besar, diagram blok perancangan sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram blok sistem secara keseluruhan.

2.3. Perancangan Mekanik

Mekanik dirancang agar lengan penekuk dapat bergerak secara hiperbolik dari 0° hingga 180°. Secara umum rancangan mekanik sistem penekuk mika ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



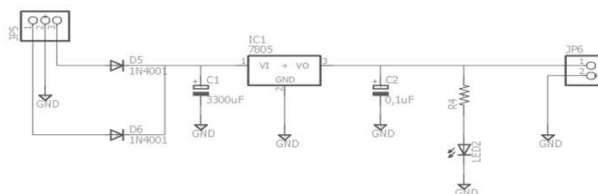
Gambar 2.2 Rancangan Mekanik Pemodelan Penekuk Mika

Dimensi dari alat ini yaitu panjang 50cm, lebar 50cm dan tinggi 15cm.

2.4 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

2.4.1. Perancangan Catu Daya

Sistem ini membutuhkan Catu daya 5 V untuk rangkaian kontrol yang terdiri atas mikrokontroller ATmega8535 dan LCD, dan catu daya sebesar 24 V digunakan untuk motor DC. Rangkaian untuk catu daya 5V ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Rangkaian Catu Daya 5V

Berdasarkan *datasheet* dioda 1N4001 dapat diketahui bahwa nilai *forward voltage* dioda 1N4001

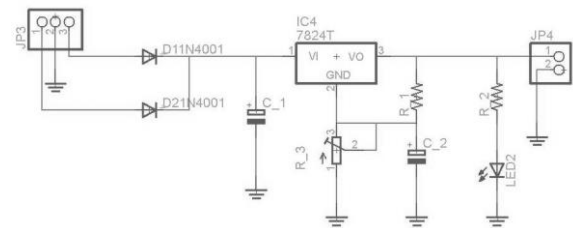
(V_{dioda}) sebesar 1V. Tegangan keluaran penyearah gelombang penuh dapat dihitung berdasarkan Persamaan (2-1).

$$V_T = V_{trafo} - V_{dioda} \quad (2-1)$$

$$V_T = (9V \cdot \sqrt{2}) - 1V \\ = 11,73V$$

Sesuai *datasheet* LM7805, tegangan masukan minimum *regulator* ini agar dapat bekerja dengan baik adalah 7 V dan 20 V untuk tegangan masukan maksimumnya, sehingga tegangan masukan sebesar 11,73 V masih wajar dan aman digunakan.

Driver motor membutuhkan catu tegangan 24 V yang berasal dari tegangan AC yang disearahkan. Tegangan DC 24 V didapat dari penyearah tegangan AC pada kumparan sekunder transformator CT *step down* untuk terminal 25 V. Gambar 2.4. menunjukkan skema rangkaian konverter AC ke DC tegangan 24V.



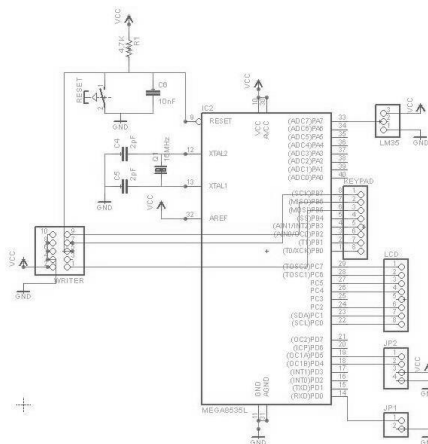
Gambar 2.4 Rangkaian Konverter AC ke DC 24V

Berdasarkan Persamaan (2-1) tegangan keluaran penyearah gelombang penuh dapat dihitung sebagai berikut :

$$V_T = (25V \cdot \sqrt{2}) - 1V \\ = 34,36V$$

2.4.2. Hardware ATmega8535

ATmega8535 merupakan pusat pengendali sistem pada alat penekuk mika ini. Gambar dari minimum sistem alat ini diperlihatkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Konfigurasi PIN pada Sistem Minimum Mikrokontroller ATmega8535

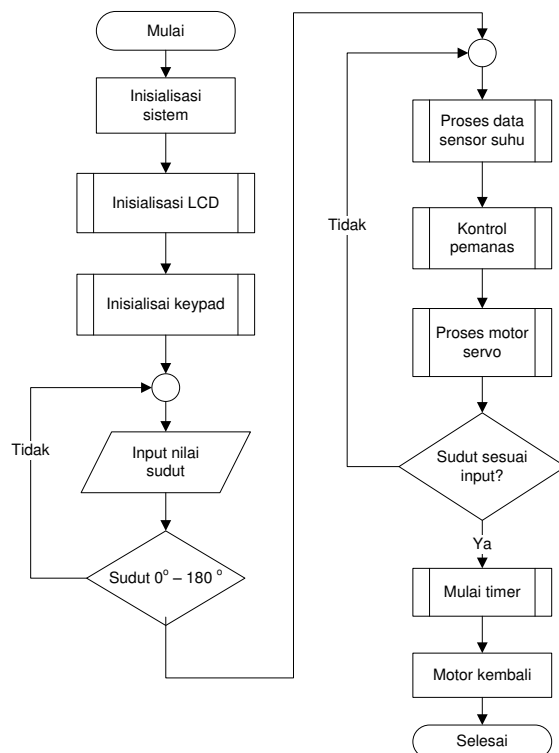
Pada perancangan ini, konfigurasi dari pin-pin mikrokontroller adalah sebagai berikut :

- 1). Port A.7 : Sebagai input sensor suhu LM35

- 2). Pin B : Sebagai sinyal data *keypad*
- 3). Port C : Sebagai sinyal data LCD
- 4). Pin D.4 : Sebagai sinyal kontrol *driver* Motor DC.
- 5). Pin D.5 : Sebagai sinyal kontrol *driver* Motor DC.
- 6). Pin D.0 : Sebagai sinyal kontrol pada relay *driver* Pemanas

2.5 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak Mikrokontroller (*software*)

Saat program dijalankan pertama kali inisialisasi sistem akan dilakukan, selanjutnya terjadi proses pembacaan tombol *keypad*, yaitu berupa data dalam hal ini data berupa nilai atau besar sudut lekukan dengan rentang sudut $0^\circ - 180^\circ$. Data tersebut akan diproses dalam mikrokontroller ATmega8535, dan ditampilkan pada LCD. Kemudian Motor DC akan aktif menggerakkan lengan penekuk pada alat, sehingga lengan dapat bergerak menekuk mika. Proses tersebut akan terus berlangsung selama sudut tekukan yang diharapkan belum tercapai. Jika data besar sudut yang diinginkan telah sama atau sesuai dengan sudut yang diharapkan, maka motor DC akan berhenti. Diagram alir perancangan perangkat lunak ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Diagram Alir Program Utama

III. Pengujian Dan Analisis

3.1 Pengujian Catu Daya 5 V

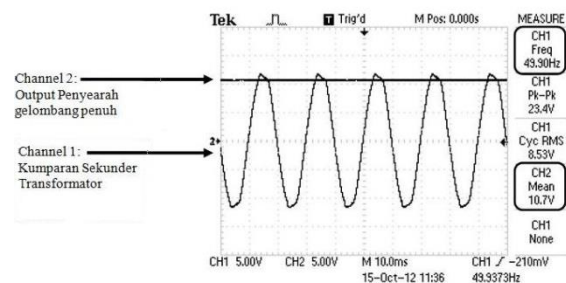
Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan masukan dan keluaran rangkaian konverter AC ke DC dengan osiloskop. Gambar 3.1

menunjukkan diagram blok pengujian rangkaian konverter AC ke DC.



Gambar 3.1 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Catu Daya

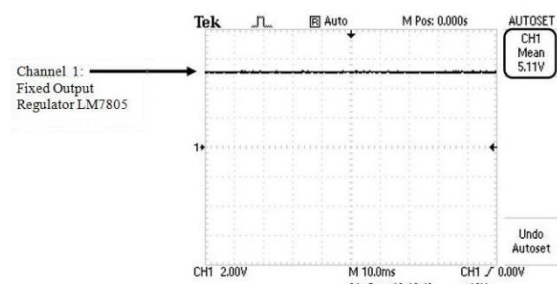
Pengujian pertama dilakukan untuk mengamati tegangan masukan dan keluaran penyearah gelombang penuh. *Channel 1* osiloskop dihubungkan dengan kumparan sekunder transformator sebagai masukan ke penyearah gelombang penuh, sedangkan *channel 2* osiloskop dihubungkan dengan keluaran penyearah gelombang penuh. Hasil pengujian tegangan masukan dan keluaran pada penyearah gelombang penuh ditunjukkan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Sinyal Tegangan Masukan dan Keluaran pada Penyearah Gelombang Penuh

Hasil pengujian pertama menunjukkan bahwa transformator CT *step down* menurunkan tegangan AC 220 V menjadi tegangan AC sebesar 8,53 V (23,4 Vpp) dengan frekuensi 49,90 Hz. Tegangan AC sebesar 8,53 V, ini merupakan nilai efektif untuk tegangan masukan penyearah gelombang penuh sehingga keluaran penyearah gelombang penuh bernilai tegangan DC 10,7 V.

Pengujian yang kedua dilakukan terhadap *fixed output regulator* LM7805. Pengujian dilakukan dengan menggunakan osiloskop TEKTRONIX TDS-1012B. *Channel 1* osiloskop dihubungkan dengan keluaran *fixed output regulator* LM7805. Hasil pengujian tegangan keluaran pada *fixed output regulator* LM7805 ditunjukkan dalam Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Sinyal Tegangan Keluaran Pada Fixed Output Regulator LM7805

3.2 Pengujian pembacaan suhu pada sistem menggunakan LM35

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi perhitungan suhu pada sistem. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat berdasarkan Tabel 3.1.

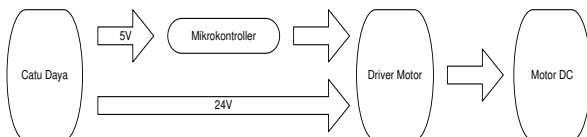
No	Suhu Pemanas (°C)		Selisih (%)
	Termometer	Sensor LM35	
1	30	31	3,33
2	35	37	5,71
2	40	40	0
3	45	44	2,22
4	50	51	2
5	55	55	0
6	60	61	1,67
7	65	66	1,54
8	70	71	1,43
Simpangan rata-rata			2,35

Sehingga penyimpangan rata-ratanya dapat dihitung

$$\text{Persentase rata - rata} = \frac{17,88\%}{8} = 2,24\%$$

3.3 Pengujian Logika Driver Motor DC

Pengujian logika *driver* motor DC bertujuan untuk mengetahui gerak motor DC terhadap logika yang diberikan oleh rangkaian mikrokontroller. Diagram blok pengujian logika *driver* motor DC ditunjukkan dalam Gambar 5.8.



Gambar 3.4 Diagram Blok Pengujian Logika *Driver* Motor DC

Hasil pengujian *driver* motor DC ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Hasil Pengujian Logika *Driver* Motor DC

Pin		Output		Arah
D.4	D.5	M1	M2	
1	0	GND	24V	CCW
0	1	24V	GND	CW
1	1	24V	24V	Stop
0	0	GND	GND	Stop

Keterangan:

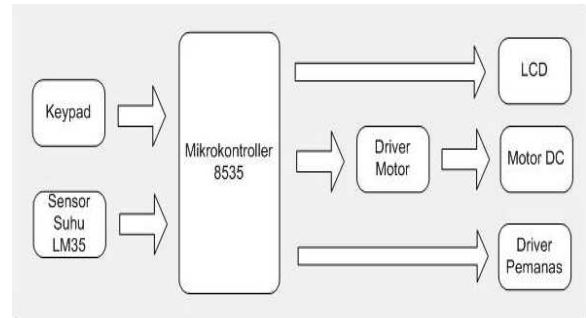
1. CW : clockwise
2. CCW : counter clockwise

Dari hasil pengujian diketahui bahwa dengan memberikan logika 1 (5 volt) pada masukan, akan menghasilkan logika pada keluaran sebesar 24 volt dengan besar arus yang cukup untuk

mengerakkan motor DC sesuai dengan arah putaran motor yang dirancang.

3.4 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat yang dibuat dan memberikan analisis terhadap kinerja alat. Diagram blok pengujian sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 5.13.



Gambar 3.5 Diagram Blok Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem ini melihat seberapa akurat motor DC mengangkat lengan sampai pada sudut yang diharapkan, dengan cara memasukkan input berupa besar sudut melalui *keypad*, kemudian setelah motor DC bergerak mengangkat lengan penekuk, sudut yang terbentuk akan diukur dan dibandingkan menggunakan pengukur sudut atau busur. Dalam pengujian ini pengukuran sudut dilakukan menggunakan busur.

Dalam sistem ini mikrokontroller berfungsi mengendalikan gerak motor DC melalui mode PWM. Motor DC akan bergerak maju mengangkat lengan penekuk sampai sudut dari lengan menyamai nilai masukan yang diberikan. Proses pemberian masukan nilai sudut ditunjukkan dalam Gambar 3.6 dan proses sistem penekukan mika aktif ditunjukkan dalam Gambar 3.7. Hasil pengukuran sudut yang dibentuk oleh lengan penekuk menggunakan motor ditunjukkan dalam Tabel 3.3.



Gambar 3.6 Proses Pemberian Masukan Nilai Sudut



Gambar 3.7 Proses Sistem Penekuk Mika Aktif

Tabel 3.3 Hasil pengukuran sudut lengan penekuk yang digerakkan motor

No	Nilai yang diinginkan	Nilai pengukuran	Simpangan(%)
1	10	9	10
2	20	20	0
3	30	28	6,67
4	40	36	10
5	50	47	6
6	60	56	6,67
7	70	66	5,71
8	80	78	2,5
9	90	89	1,1
10	100	95	5
11	110	107	2,72
12	120	119	0,83
13	130	127	2,3
14	140	135	3,57
15	150	146	2,67
16	160	156	2,5
17	170	165	2,94
18	180	174	3,33
Simpangan rata-rata			4,14

Sehingga penyimpangan rata-ratanya dapat dihitung :

$$\text{Persentase rata - rata} = \frac{74,51\%}{18} = 4,14\%$$

Berdasarkan hasil pengujian, didapat nilai persentase kesalahan rata-rata dari sistem penekuk mika ini adalah sebesar 4,14%.

Pengujian kedua yaitu menguji tingkat keberhasilan sistem untuk mendapatkan nilai yang sama dalam setiap pengujian jika nilai masukan tetap . Pengujian sistem ini melihat seberapa teliti sudut yang dihasilkan lengan penekuk. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan input berupa besar sudut melalui *keypad*, dan sudut yang dipilih adalah 90°. Sudut tersebut diambil berdasarkan alasan bahwa sudut yang paling sering dipilih dalam prakteknya untuk proses penekukan mika adalah sudut 90°. Hasil pengujian tingkat ketelitian sistem ini pada sudut referensi 90° ditunjukkan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Tingkat Ketelitian Sistem dengan Sudut Referensi 90°

No	Pengukuran sudut dengan masukan 90°	Simpangan
1	89	1
2	91	1
3	86	4
4	90	0
5	89	1
6	87	3
7	90	0
8	93	3
9	89	1
10	90	0
Simpangan rata-rata		1,4

Sehingga tingkat ketelitian dari sistem ini dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Persentase penyimpangan :} &= \frac{\text{simpangan rata-rata}}{\text{sudut referensi}} \times 100\% \\ &= \frac{1,4}{90} \times 100\% \\ &= 1,55\% \end{aligned}$$

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian untuk pengukuran sudut sebesar 90° secara berkali-kali dihasilkan nilai pengukuran yang berbeda. Berdasarkan data tersebut diperoleh ketelitian sistem ini, untuk pengukuran dengan sudut 90° adalah sebesar 90° ± 1,4°, dengan persentase kesalahan pengukuran adalah sebesar 1,55%.

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil pengujian adalah semua sistem dapat berjalan dengan cukup baik. Sistem berhasil melakukan proses penekukan dan membentuk sudut sesuai dengan input yang diharapkan dengan prosentase kesalahan sebesar 4,14%. Ketelitian dari pengukuran sistem ini sendiri, untuk sudut referensi yang dipilih yaitu 90° adalah sebesar ± 1,4 atau 1,55%. Hal ini sesuai dengan sistem yang diprogramkan pada Mikrokontroler ATmega8535.

VI Kesimpulan Dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian tiap bagian dan keseluruhan sistem yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Perancangan catu daya dalam sistem ini berkerja dengan baik. Tingkat kesalahan pada catu daya 5V adalah sebesar 2,2%, dengan bilai tegangan yang dihasilkan adalh sebesar 5,11V. Catu daya untuk driver motor dapat menjalankan *driver* sesuai dengan kebutuhan.
- 2) Sistem elektronika yang telah dirancang hardware maupun softwrenya dapat berfungsi sesuai dengan yang dibutuhkan sistem. Mekanik dirancang sedemikian sehingga dapat melakukan penekukan mika dengan sudut yang dapat ditentukan antara 0° hingga 180°. Sistem berjalan cukup baik dalam pengontrolan driver maupun pengolahan data yang dihasilkan sensor. Komponen – komponen pendukung lain dalam sistem ini juga berkerja dengan baik sehingga sistem dapat berjalan sesuai kebutuhan.
- 3) Rangkaian antarmuka mikrokontroler dengan sensor suhu LM35 berfungsi sesuai spesifikasi yang ditentukan dengan nilai prosentase kesalahan pengkuran sebesar 2,24%. Tingkat akurasi sensor sesuai pengujian memiliki presentase kesalah sebesar 0,35%, hal ini menunjukkan sensor suhu LM35 dapat bekerja secara optimal. Mikrokontroler dapat menerima sinyal data yang dikirim dari sensor suhu LM35 dan dapat meneruskan sinyalnya pada *driver*

motor dan juga driver pemanas. Selain itu mikrokontroler dapat memberikan nilai lebar pulsa pada driver motor untuk membentuk sudut penekukan yang dikehendaki sesuai dengan besar sudut input yang diminta melalui modul *keypad* serta dapat menampilkan nilai sudut penekukan pada LCD. Mikrokontroler juga dapat memantau besar suhu terukur oleh sensor suhu LM35 dan menampilkannya pada LCD untuk pembacaan suhu.

- 4) Secara keseluruhan sistem ini dapat menekuk mika dengan sudut lekukan 0° - 180° . Nilai persentase kesalahan rata-rata penekukan sudut oleh sistem ini adalah sebesar 4,14%. Nilai ketelitian sistem penekuk mika ini untuk sudut pengujian 90° memiliki toleransi kesalahan rata-rata sebesar $\pm 1,4^{\circ}$ atau sebesar 1,55%. Suhu efektif yang digunakan dalam sistem ini adalah 45°C .

4.2 Saran

Beberapa hal yang disarankan untuk pengembangan sistem penekuk mika di atas antara lain :

- 1) Dalam pembuatan mekanik disarankan untuk menggunakan bahan yang lebih ringan sehingga tidak membebani motor karena harus membutuhkan motor dengan torsi yang cukup tinggi. Perancangan mekanik juga disarankan menggunakan pengukuran yang lebih tepat untuk meminimalisir kesalahan pengukuran penekukan mika.
- 2) Penggunaan sensor suhu dengan tingkat ketelitian yang tinggi untuk meminimalisir terjadinya kesalahan pada pengukuran suhu.
- 3) Sistem pemanas yang digunakan dalam sistem ini dapat dikembangkan menggunakan pemanas yang lebih efisien, mengingat dalam sistem ini proses pemanasan mika membutuhkan waktu yang cukup lama sebelum dapat melakukan proses penekukan.
- 4) Sistem dapat dikembangkan dengan memberikan motor DC dengan torsi yang besar, potensio linier maupun rotary encoder pada mekanik motor pengukur sudut untuk meminimalisir terjadinya kesalahan serta meningkatkan akurasi pengukuran sudut oleh sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Nalwan, Paulus. 2004. *Penggunaan dan Antarmuka Modul LCD M1632*. Jakarta: PT Elek Media Komputindo Kelompok Gramedia
- Anonymous. 2007. *Acrylic*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Acrylic>. Diakses tanggal 18 Maret 2012
- Anonymous. 2008. *Akrilik-Revolusi Dalam Perabotan*. <http://bukanpedia.web.id/?p=1185>. Diakses tanggal 8 Maret 2012.
- Anonymous. 2008. *Keuntungan Rak Akrilik*. <http://bukanpedia.web.id/?p=1187>. Diakses tanggal 8 Maret 2012.
- Hanapi, Gunawan (penerjemah) Malvino A. P. 1996 *Prinsip-Prinsip Elektronika, Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Heryanto, Wisnu. 2010. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATmega 8535*. Yogyakarta: Andi.
- Soloman, Sabrie. 2010. *Sensors and Control Systems in Manufacturing*. United States: McGraw-Hill Companies.
- Sutrisno. 1987. *Elektronika, Teori dan Penerapannya*. Bandung:ITB.
- Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroler AVR Atmega8/16/32/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Informatika.